

**STUDI PENGARUH PENAMBAHAN KAPASITOR
TERHADAP FAKTOR DAYA DAN ARUS PADA BEBAN
LISTRIK DI INDUSTRI PENGERINGAN KAYU KALIJAMBE**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

MUHAMMAD ARIFIN WIDYANTORO

D 400 160 054

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDI PENGARUH PENAMBAHAN KAPASITOR TERHADAP FAKTOR
DAYA DAN ARUS PADA BEBAN LISTRIK DI INDUSTRI PENGERINGAN
KAYU KALIJAMBE**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

MUHAMMAD ARIFIN WIDYANTORO

D 400 160 054

n

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. JATMIKO, M.T

NIK. 622

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI PENGARUH PENAMBAHAN KAPASITOR
TERHADAP FAKTOR DAYA DAN ARUS PADA BEBAN
LISTRIK DI INDUSTRI PENGERINGAN KAYU KALIJAMBE**

OLEH

MUHAMMAD ARIFIN WIDYANTORO

D 400 160 054

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Sabtu, 18 Januari 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

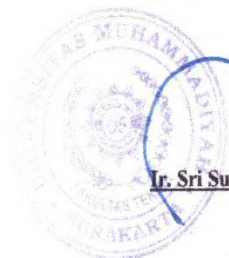

- 1. Ir. Jatmiko, M.T**
(Ketua Dewan Penguji)
- 2. Aris Budiman, S.T. M.T**
(Anggota I Dewan Penguji)
- 3. Tindyo Prasetyo, S.T. M.T**
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,

 
Ir. Sri Sunariono, M.T.Ph. D
NIK. 628

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 09 Januari 2020

Penulis



MUHAMMAD ARIFIN WIDYANTORO

D 400 160 054

STUDI PENGARUH PENAMBAHAN KAPASITOR TERHADAP FAKTOR DAYA DAN ARUS PADA BEBAN LISTRIK DI INDUSTRI PENGERINGAN KAYU KALIJAMBE

Abstrak

Pengeringan kayu adalah suatu proses untuk membuang kadar air yang terdapat pada kayu hingga mencapai kadar air yang seimbang dengan lingkungan dimana kayu akan digunakan tanpa menurunkan kualitas kayu tersebut. Pada industri mebel pengeringan kayu adalah hal yang utama karena akan menentukan kualitas mebel tersebut. Mesin pengeringan kayu ini bekerja dengan cara memanaskan cairan panas yang akan di pompa ke tiap-tiap ruangan pengeringan. Setelah itu udara panas di sirkulasi ke seluruh ruangan agar suhu seimbang. ketika suhu ruangan melebihi batas maksimal maka sensor akan mendeteksi dan memberi perintah kontaktor untuk mematikan motor sirkulasi dan menghidupkan exhaust. Proses pengeringan kayu ini menggunakan banyak motor induksi dari 1 hp – 15 hp. Analisa yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai perbandingan arus dan faktor daya ketika dilakukan penambahan kapasitor. Berdasarkan data yang diperoleh ketika industri beroperasi pada didapatkan tegangan sebesar 375V, arus 370A, faktor daya 0,77. Setelah dilakukan penambahan kapasitor didapatkan nilai faktor daya 0,99 dan nilai arus 281A. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan kapasitor pada pabrik pengeringan kayu di Kalijambe sudah cukup efektif karena bisa memperbaiki faktor daya dari 0,77 menjadi 0,99.

Kata kunci: arus, faktor daya, kapasitor, pengeringan kayu

Abstract

Wood drying is a process to remove the water content in the wood to reach a water content that is balanced with the environment where the wood will be used without reducing the quality of the wood. In the wood drying furniture industry is the main thing because it will determine the quality of the furniture. This wood drying machine works by heating the hot liquid that will be pumped to each drying room. After that hot air is circulated throughout the room so that the temperature is balanced. when the room temperature exceeds the maximum limit, the sensor will detect and give the contactor a command to turn off the circulation motor and turn on the exhaust. This wood drying process uses many induction motors from 1 hp - 15 hp. The analysis carried out aims to determine the value of the ratio of currents and power factors when adding capacitors. Based on data obtained when the industry is operating at 375V voltage, 370A current, power factor 0.77. After adding capacitors, the power factor value is 0.99 and the current value is 281A. So it can be concluded that the addition of capacitors in a wood drying factory in Kalijambe is quite effective because it can improve the power factor from 0.77 to 0.99.

Keywords: current, power factor, capacitor, wood drying

1. PENDAHULUAN

Pengeringan kayu adalah suatu proses untuk membuang kadar air yang terdapat pada kayu hingga mencapai kadar air yang seimbang dengan lingkungan dimana kayu akan digunakan tanpa menurunkan kualitas kayu tersebut. Pada industri mebel pengeringan kayu adalah hal yang utama karena akan menentukan kualitas mebel tersebut. Mesin pengeringan kayu ini bekerja dengan cara memanaskan cairan panas yang akan di pompa ke tiap-tiap ruangan pengeringan (heating coil). Setelah itu udara panas di sirkulasi ke seluruh ruangan agar suhu seimbang. ketika suhu ruangan melebihi batas maksimal maka sensor akan mendeteksi dan memberi perintah kontaktor untuk mematikan motor sirkulasi dan menghidupkan exhaust. Proses pengeringan kayu ini menggunakan jenis motor induksi dari 1 hp – 15 hp.

Mayoritas beban yang ada di industri pengeringan kayu merupakan beban motor induksi 3 phase. Menurut Jatmiko dan Hasyim asy'ari faktor daya listrik rendah pada umumnya terjadi pada beban induktif yaitu: motor induksi, lampu TL, lampu mercuri, las listrik, transformator dan sebagainya (Jatmiko, 2007). Motor induksi 3 phase bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik. Prinsip kerjanya yaitu apabila belitan stator di berikan arus 3 phase maka arus stator akan menghasilkan medan magnet putar yang disebabkan celah udara motor terhadap stator, sehingga rotor akan berputar.

Kapasitor merupakan komponen pasif yang menghasilkan daya reaktif. Konstruksi kapasitor terdiri dari dua keping plat konduktor yang dipasang sejajar dan ditengahnya terdapat suatu bahan dielektrik. Menurut pendapat Fachry Azharuddin Noor pada rangkaian induktif, arus tertinggal dari tegangan, oleh sebab itu rangkaian ini memiliki faktor daya tertinggal atau lagging. Sedangkan pada rangkaian kapasitif, arus mendahului tegangan, oleh sebab itu rangkaian ini memiliki faktor daya mendahului atau leading (Fachry Azharuddin Noor 2017). Karena beban induktif dan kapasitif arahnya berlawanan maka pada industri yang mayoritas bebannya induktif diperlukan kapasitor untuk melawan beban induktif agar daya reaktif bisa dikurangi. pada kondisi ini daya aktif tetap dan daya reaktif diperkecil sehingga daya semu (Kva) menjadi kecil.

Berdasarkan uraian diatas penelitian dilakukan dengan cara mencari perbandingan arus dan faktor daya setelah diberikan kapasitor bank dengan sebelum diberikan kapasitor bank. Dalam penelitian di industri pengeringan kayu di Kalijambe didapatkan data dalam kondisi kapasitor sudah terpasang, sehingga perhitungan dilakukan untuk mencari nilai-nilai perbandingan dengan data langsung.

2. METODE

Langkah-langkah penelitian ini menggunakan beberapa metode yaitu:

2.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan dengan mengumpulkan bahan penelitian yang diambil dari berbagai sumber referensi yaitu dari jurnal ilmiah dan buku.

2.2 Pengumpulan Data dan Perhitungan

Pengumpulan data diambil langsung dari industri pengeringan kayu yang beralamatkan di Kalijambe. Data yang diambil yaitu tegangan, arus, faktor daya, dan jumlah kapasitor bank. Setelah dilakukan pengumpulan data dilanjutkan perhitungan untuk melihat perbandingan nilai arus dan faktor daya.

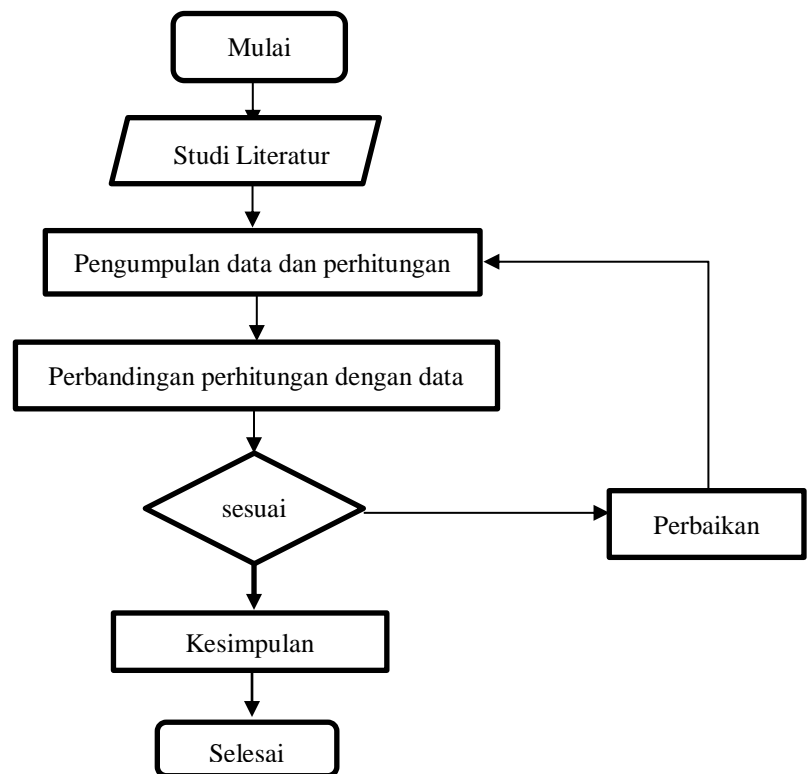
2.3 Perbandingan perhitungan dengan data

Setelah dilakukan perhitungan, langkah selanjutnya yaitu dilakukan perbandingan. Bilamana hasil perhitungan jauh dari data sesungguhnya maka akan di ulangi ke tahap awal. Namun bila sudah sinkron maka akan dilanjutkan ketahap kesimpulan.

2.4 Tahapan Kesimpulan

Setelah pengujian selesai maka dilakukan pendataan untuk mengetahui perbandingan antara perhitungan dan data.

2.5 Flowchart



Gambar 1. *Flowchart* penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data transformator pabrik pengeringan kayu Kalijambe

Data transformator	
<i>Merk</i>	STARLITE
Frekuensi	50 Hz
Daya	530 KVA
Arus	18,19A/909,3A
Tegangan	20KV/400V

Tabel 2. Data kapasitor bank pabrik pengeringan kayu Kalijambe

Data Kapasitor	
<i>Merk</i>	GAE

Daya	30 KVAR / 3 x 185 uF 1 Buah, 50 KVAR / 3 x 308 uF 6 Buah
Frekuensi	50 Hz
Tegangan	415 V

Tabel 3. Data beban puncak

Data Beban	
Tegangan	370 V
Arus	800 A
Cos phi	0,77

3.1 Hasil Perhitungan Kebutuhan Kapasitas Kapasitor Bank

Berdasarkan data yang sudah diperoleh yaitu tegangan, arus, dan faktor daya.

Sehingga dapat dihitung kebutuhan kapasitor dengan cara sebagai berikut:

$$Q_c = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) \quad (1)$$

Keterangan:

φ_1 = sudut mula - mula 39,64 (faktor daya = 0,77)

φ_2 = sudut yang diharapkan 8,10 (faktor daya = 0,99)

Q_c = Kapasitas kapasitor (VAR)

Sehingga:

$$\begin{aligned} Q_c &= 394,8 \text{ KW} (0,8 - 0,14) \\ &= 260,6 \text{ KVAR} \end{aligned}$$

Kapasitas kapasitor yang tertera pada kapasitor yaitu berjumlah 330 KVAR, 415 Volt, 50 Hz. Tegangan kerja pada beban hanya 380 Volt, sehingga kapasitas kapasitor tidak mungkin sesuai pada *name plate* kapasitor. Untuk mengetahui kapasitas kapasitor pada tegangan kerja 380, maka digunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{KVAR} = C \times (-V^2 \times 2 \times \pi \times f) \quad (2)$$

$$\text{KVAR} = 6.099 \mu\text{F} \times (-380^2 \times 2 \times 3,14 \times 50)$$

$$\text{KVAR} = 276,5 \text{ KVAR}$$

3.2 Perhitungan Daya Reaktif Tanpa Kapasitor Bank

Pengujian dilakukan saat pabrik beroperasi namun bukan pada beban puncak. Di dapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4. Data beban di waktu tertentu

Data Beban	
Tegangan	375 volt
Arus	370 A
Cos phi	0,77

Data diatas digunakan untuk menghitung daya aktif, daya reaktif, dan daya semu, yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$P = V \times \sqrt{3} \times I \times \cos \varphi \quad (3)$$

$$\begin{aligned} P &= 375 \times \sqrt{3} \times 370 \times 0,77 \\ &= 185 \text{ KW} \end{aligned}$$

$$Q_1 = V \times \sqrt{3} \times I \times \sin \varphi \quad (4)$$

$$\begin{aligned} Q_1 &= 375 \times \sqrt{3} \times 370 \times 0,63 \\ &= 153,3 \text{ KVAR} \end{aligned}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{185000^2 + 153300^2} \\ S &= 240,3 \text{ KVA} \end{aligned}$$

3.3 Perhitungan Saat Penambahan Kapasitor

Percobaan yang dilakukan 4 kali, yaitu saat diberi kapasitor berukuran 42 KVAR, 67 KVAR, 109 KVAR, 151 KVAR.

a. Kapasitor 42 KVAR

Penambahan satu kapasitor berukuran 42 KVAR pada beban menghasilkan arus dan faktor daya seperti hasil perhitungan berikut:

$$Q_{akhir} = Q_1 - Q_c \quad (6)$$

$$\begin{aligned} Q_{akhir} &= 153,3 \text{ KVAR} - 42 \text{ KVAR} \\ &= 111,3 \text{ KVAR} \end{aligned}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (7)$$

$$S = \sqrt{185000^2 + 111300^2}$$

$$S = 215,9 \text{ KVA}$$

Faktor daya diketahui dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (8)$$

$$\cos \varphi = \frac{185000}{215900}$$

$$\cos \varphi = 0,85$$

Arus dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$I = \frac{P}{(V \times \sqrt{3} \times \cos \varphi)} \quad (9)$$

$$I = \frac{185000}{(380 \times \sqrt{3} \times 0,85)}$$

$$I = 330 \text{ A}$$

b. Kapasitor 67 KVAR

Penambahan satu kapasitor berukuran 67 KVAR pada beban menghasilkan arus dan faktor daya seperti hasil perhitungan berikut:

$$Q_{akhir} = Q_1 - Q_c \quad (10)$$

$$\begin{aligned} Q_{akhir} &= 153,3 \text{ KVAR} - 67 \text{ KVAR} \\ &= 86,3 \text{ KVAR} \end{aligned}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (11)$$

$$S = \sqrt{185000^2 + 86300^2}$$

$$= 204,1 \text{ KVA}$$

Faktor daya diketahui dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\begin{aligned}\cos \varphi &= \frac{P}{S} \\ \cos \varphi &= \frac{185000}{204100} \\ \cos \varphi &= 0,91\end{aligned}\tag{12}$$

Arus dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\begin{aligned}I &= \frac{P}{(V \times \sqrt{3} \times \cos \varphi)} \\ I &= \frac{185000}{(380 \times \sqrt{3} \times 0,91)} \\ I &= 308,9 \text{ A}\end{aligned}\tag{13}$$

c. Kapasitor 109 KVAR

Penambahan satu kapasitor berukuran 109 KVAR pada beban menghasilkan arus dan faktor daya seperti hasil perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}Q_{akhir} &= Q_1 - Q_c \\ Q_{akhir} &= 153,3 \text{ KVAR} - 109 \text{ KVAR} \\ &= 44,3 \text{ KVAR}\end{aligned}\tag{14}$$

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{P^2 + Q^2} \\ S &= \sqrt{185000^2 + 44300^2} \\ &= 190,2 \text{ KVA}\end{aligned}\tag{15}$$

Faktor daya diketahui dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (16)$$

$$\cos \varphi = \frac{185000}{190200}$$

$$\cos \varphi = 0,97$$

Arus dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$I = \frac{P}{(V \times \sqrt{3} \times \cos \varphi)} \quad (17)$$

$$I = \frac{185000}{(380 \times \sqrt{3} \times 0,97)}$$

$$I = 290 \text{ A}$$

d. Kapasitor 151 KVAR

Penambahan satu kapasitor berukuran 151 KVAR pada beban menghasilkan arus dan faktor daya seperti hasil perhitungan berikut:

$$Q_{akhir} = Q_1 - Q_c \quad (18)$$

$$\begin{aligned} Q_{akhir} &= 153,3 \text{ KVAR} - 151 \text{ KVAR} \\ &= 2,3 \text{ KVAR} \end{aligned}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{185000^2 + 2300^2} \\ &= 185,014 \text{ KVA} \end{aligned}$$

Faktor daya diketahui dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (20)$$

$$\cos \varphi = \frac{185000}{185014}$$

$$\cos \varphi = 0,99$$

Arus dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$I = \frac{P}{(V \times \sqrt{3} \times \cos \varphi)} \quad (21)$$

$$I = \frac{185000}{(380 \times \sqrt{3} \times 0,99)}$$

$$I = 283,9 \text{ A}$$

3.4 Perbandingan Hasil Data Sesungguhnya dengan Perhitungan

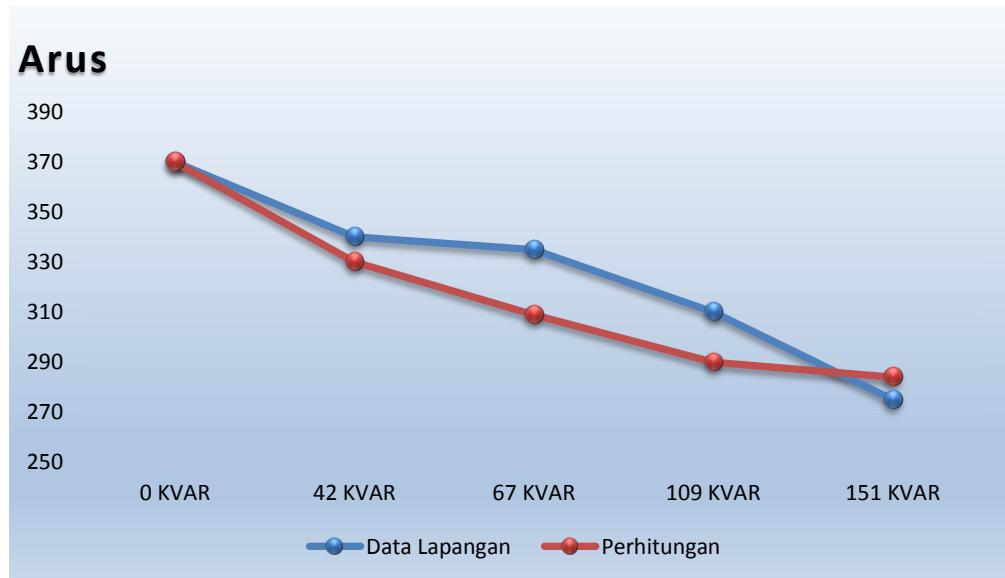
Perbandingan hasil data di lapangan dengan perhitungan dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah:

Tabel 5. Data saat dilakukan penambahan kapasitor

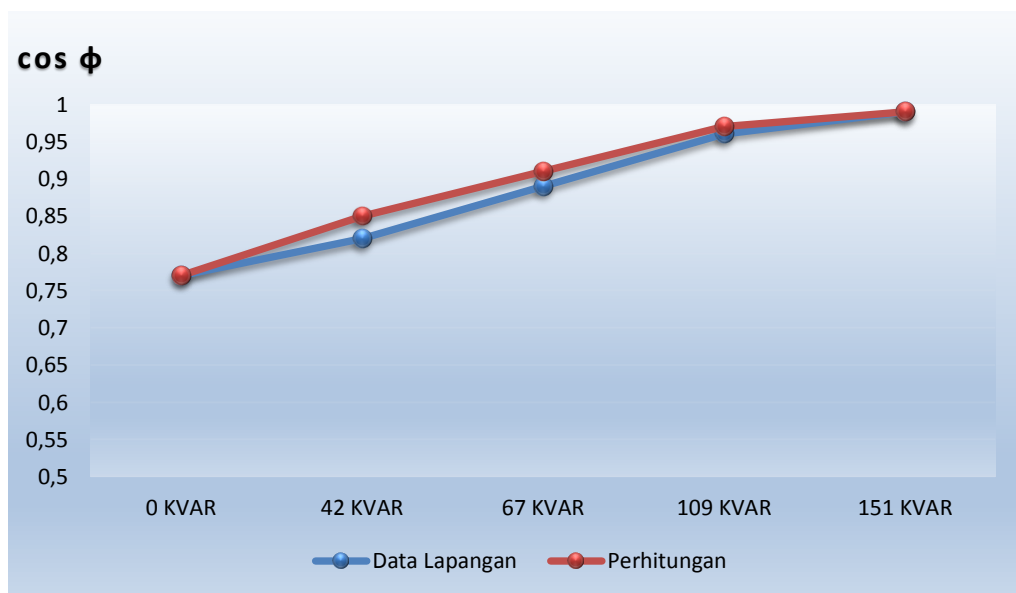
Tegangan	Arus	Faktor daya	Kapasitor
375 V	370 A	0,77	0
375 V	340 A	0,82	42 KVAR
378 V	335 A	0,89	67 KVAR
380 V	310 A	0,96	109 KVAR
380 V	275 A	0,99	151 KVAR

Tabel 6. Nilai ketika dilakukan perhitungan

Tegangan	Arus	Faktor daya	Kapasitor
380 V	370 A	0,77	0
380 V	330 A	0,85	42 KVAR
380 V	308,9 A	0,91	67 KVAR
380 V	290 A	0,97	109 KVAR
380 V	283,9 A	0,99	151 KVAR



Gambar 1. Perbandingan arus pada data lapangan dengan perhitungan



Gambar 2. Perbandingan faktor daya pada data lapangan dengan perhitungan

4. PENUTUP

Berdasarkan perbandingan dari hasil data di lapangan dengan perhitungan dapat diambil sebuah kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar kapasitas kapasitor bank yang ada di pabrik pengeringan kayu Kalijambe sudah mencukupi untuk memperbesar faktor daya mendekati 1. Dari data besar kapasitas kapasitor total yaitu 276,5 KVAR, dan kebutuhan kapasitor dihitungkan saat kondisi beban puncak yaitu 260,6 KVAR. Namun selisihnya sangat kecil, alangkah baiknya di tambahkan kapasitor lagi.
2. Nilai arus pada data lapangan lebih besar dari pada perhitungan karena saat perhitungan nilai tegangan dianggap konstan di angka 380 volt namun di data lapangan tegangan turun.
3. Nilai faktor daya pada data lapangan tidak sesuai dengan perhitungan disebabkan karena kapasitas kapasitor turun seiring tegangan turun.
4. Percobaan terakhir didapatkan arus data lapangan 275 ampere sementara perhitungan 281 ampere. Penyebabnya adalah daya aktif pada data lapangan ikut turun seiring faktor daya mendekati 1. Namun daya aktif perhitungan dianggap konstan hanya daya semu yang berubah seiring faktor daya mendekati 1.

PERSANTUNAN

Tugas akhir yang dikerjakan ini, tidak lepas dari berbagai pihak yang membantu. Penulis berterimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan hidayah, rahmat serta inayah-Nya.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan nasihat dan do'a.
3. Bapak Ir. Jatmiko, M.T, selaku pembimbing tugas akhir yang sudah memberikan arahan dan ilmunya terkait tugas akhir.
4. Bapak Eko selaku mekanik pabrik pengeringan kayu Kalijambe yang membantu mencari data dan memberikan ilmunya.
5. Semua bapak dan ibu dosen Teknik elektro yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan.
6. Teman-teman teknik elektro angkatan 2016 yang selalu memberikan semangat untuk segera menyelesaikan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhdan, Abu. 2019. *cara memperbaiki faktor daya motor listrik 3 fasa* : <https://akhdanazizan.com/cara-memperbaiki-faktor-daya-motor-listrik-3-fasa/>
- Azharuddin, Fachry. dkk. 2017. *Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Tegangan, Arus, Faktor Daya, dan Daya Reaktif pada Beban Listrik di Minimarket* : jurnal teknik elektro vol.9 no.2
- Bhattacharyya, S, A. Choudhury, dan H.R. Jariwala. 2011. *Case Study On Power Factor Improvement*. International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)3(12):9372-8378
- Chandra, Ashish. dkk. 2014. *Capacitor Bank Designing for Power Factor Improvement* : International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering
- Khanchi, Sapna. dkk. 2013. *Power Factor Improvement of Induction Motor by Using Capacitors* :
International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) – Volume 4 Issue 7
- Nuraini. dkk. 2018. *Perancangan perbaikan Faktor Daya Lampu TL Dengan Kapasitor* :journal energi elektrik volume 7 nomor 2
- Putri, Maharani. dkk. 2018. *Analisis Kualitas Daya Akibat Beban Reaktansi Induktif (XL) di Industri* : Journal of electrical technology, vol.3, no.2